Взаимодействие плазменных сгустков с поперечным магнитным Полем

Бишаев А.М., 1Гавриков М.Б., Козинцева М.В., 1,2Савельев В.В.

Московский технологический университет МИРЭА, Москва, Россия,
 kozintseva@mirea.ru
1Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, Москва, Россия,
 ssvvvv@rambler.ru
2Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия,
 ssvvvv@rambler.ru

На основании закона сохранения импульса было получено соотношение для оценки длины проникновения плазменного сгустка в магнитный барьер, согласно которому длина проникновения пропорциональна энергии плазменного сгустка и обратно пропорциональна площади поперечного сечения сгустка и величине магнитного давления в барьере. Экспериментально это соотношение было проверено при инжекции плазменного сгустка с энергией. ~72Дж, площадью поперечного сечения 7,5٠10-2м2 через магнитный барьер длиной 0,2 м. При величине магнитного поля в барьере 0,4 Тл сгусток тормозился барьером. Оценка длины проникновения сгустка с указанными параметрами через магнитный барьер с величиной магнитного поля 0,4 Тл дает величину 0.19 м.

В настоящем исследовании численное моделирование проводилось в предположении, что сгусток представляет собой недеформируемое тело с бесконечной проводимостью (твердый сверхпроводник). Моделирование производилось в двумерном плоском приближении в прямоугольной области. Магнитное поле создается токами, текущими по четырем проводникам квадратного сечения. Расчет внешнего барьерного магнитного поля в этой модели сводится к решению уравнения Пуассона для потенциала магнитного поля. Для каждого положения сгустка в магнитном барьере рассчитывается конфигурация магнитного поля, а затем вычисляются: величина силы, действующей на единицу длины сгустка, полный ток в сгустке и потенциальная энергия единицы длины сгустка. Проведенные расчеты позволили получить зависимости потенциальной энергии сгустка от его положения для различных значений магнитного давления в барьере и величины поперечного сечения сгустка. По этим данным и величине энергии сгустка была рассчитана зависимость длины проникновения сгустка в барьер. С точностью 10 % длина проникновения сгустка в барьер пропорциональна энергии сгустка и обратно пропорциональна площади поперечного сечения сгустка и величине магнитного давления в барьере.

Таким образом, полученные экспериментальные и теоретические результаты хорошо согласуются с полученным соотношением для оценки длины проникновения сгустка в магнитный барьер. Эта зависимость свидетельствует о возможности применять инжекцию плазменных сгустков не только в мультипольные ловушки, но и в ловушки типа токамак, что экспериментально было подтверждено в [1].

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, Задание №3.611.2014/К и при финансовой поддержке РФФИ, грант № 13-08-00717 и РНФ, грант № 16-11-10278.

Литература.

1. Абрамова К.Б., Воронин А.В., Гусев В.К.и др. // Физика плазмы, 2005,том 31, № 9, стр.1-9.